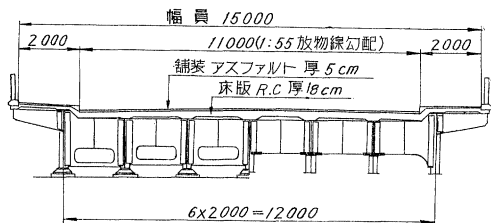
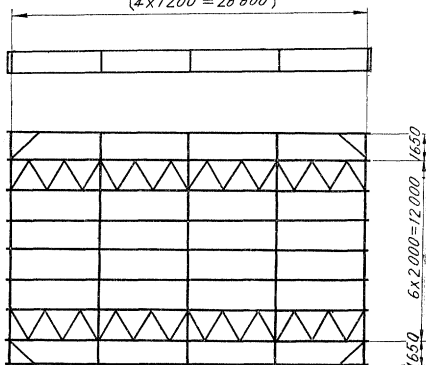


剛床版の格子ゲルバー桁への応用 —西荒井橋上部工の設計および施工について—

鈴木俊男*
針ヶ谷 信**
玉野 治 光***
佐藤 任 司****

図-2 側径間骨組図

4x5600=22 400
4x6 000=24 000
4x6 400=25 600
4x6800=27 200
4x7 200=28 800



1. まえがき

西新井橋は主要地方道上野—西新井線が東京都足立区内において新荒川を横断する地点に架設された橋梁で、首都圏整備事業の一環として、国庫補助を受けて昭和31年10月より着工し、昭和36年6月竣工した。

本橋の設計の基本方針および下部構造の設計および施工について本誌44巻12号(昭和34年12月)に報告したので、本報告は主として上部構造の設計および施工の概要について述べる。

図-1 一般図

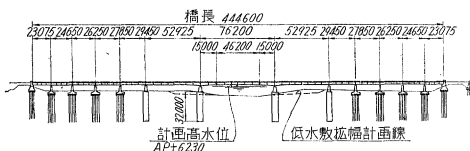
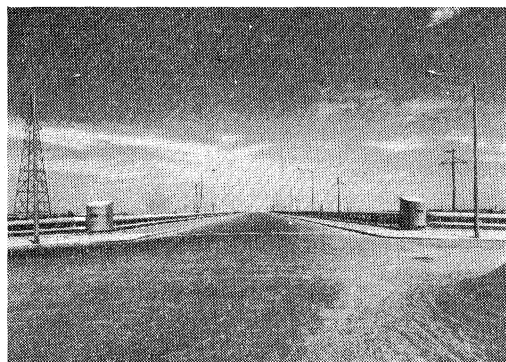


写真-1



2. 上部構造の設計

(1) 側径間

側径間は変断面変変間の活荷重合成格子桁橋で図-2にその骨組図を示す。各スパンとも3本の荷重分布横桁が等間隔に配置してある。第1,3,5スパンの格子計算に使用した主桁断面2次モーメント比 j および格子剛度 z

* 正員 東京都道路建設本部
** 正員 同上
*** 正員 首都高速道路公団工務部
**** 正員 東京都第五建設事務所

表-1

スパン	第1スパン		第3スパン		第5スパン	
	合成前	合成後	合成前	合成後	合成前	合成後
$j = J_R/J$	2.0	1.43	1.97	1.44	1.93	1.4
$Z = (L/2a) f_0/J$	31.2	51.2	75.4	67.8	121.0	154.0

表-2

スパン	第1スパン			第2スパン			第3スパン		
	縁桁	中桁	横桁	縁桁	中桁	横桁	縁桁	中桁	横桁
上突縁	300 ×25	250 ×19	180 ×10	300 ×25	250 ×16	180 ×10	300 ×25	250 ×16	180 ×10
腹板	1350 ×9	1150 ×9	547~ 9626×8	1517 ×10	1317 ×10	707 ×8	1695 ×11	1495 ×10	880 ×8
下突縁	450 ×32	420 ×25	200 ×19	500 ×28	420 ×25	200 ×22	540 ×25	420 ×22	200 ×22

* 水平補剛材使用

を表-1 に示す。設計計算は Leonhardt の簡易格子計算法により計算した。表-2 に各スパンのスパン中央点における主桁断面および横桁断面構成を示す。桁の工場製作部分はすべて溶接としたが、現場継手部分はリベットとし、板厚 25 mm 以上のものに対しては、SM 材を使用した。第 4 スパンまでの主桁はすべて一本物として現場継手を設けなかったが、第 5 スパンの主桁は 1 カ所現場継手を設けた。下横構は片側横構が風荷重の 1/2 を負担するように設計した。図-3 は歩道縦桁であるが、全径間を通じて同一断面とし、縦桁表面の美観を考慮して継手箇所を連結は皿継ぎを用い、添接板の縁を図に示すように丸味をつけて凹凸を感じないようにした。側径間平均支間長 25.6 m に対して鋼重は 156 kg/m² である。

図-3 歩道縦桁

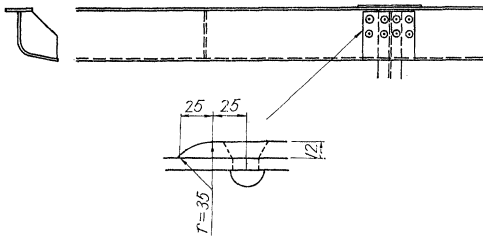
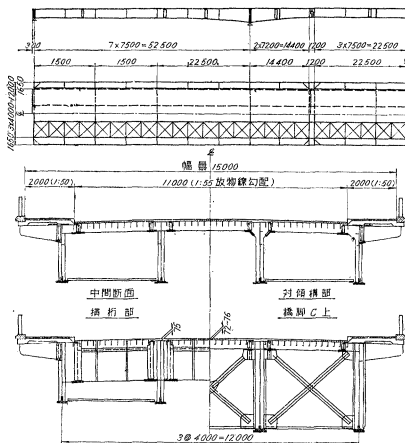


図-4



(2) 中央径間

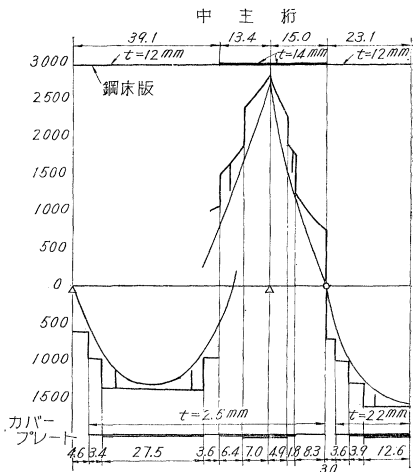
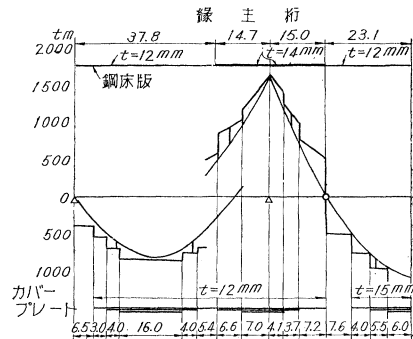
中央 3 径間鋼桁は橋面に鋼床版を使用したゲルバー式格子桁で、図-4 に示すように 4 主桁 8 横桁を有する 16 次の不静定構造である。設計計算は格子としての厳密計算を行なった。

桁高は端支承上で 2 260 mm、中間支承上で 3 690 mm 吊桁中央で 2 580 mm である。横桁は腹板高 1 600 mm で設計上の突縁有効巾(鋼床版突縁)を横桁長の 15% の 1 800 mm とした。鋼床版は板厚 12 mm または 14 mm で、縦リブは板厚 12 mm のところで Pl-160×12、板厚 14 mm のところで Bulb. Pl-180×9.5 を使用し間

隔は 250 mm である。横リブは web. Pl-300×8, Flg. Pl-180×8 で 1 250 mm および、900 mm の間隔とした。鋼床版の応力計算は Fischer の解法によって計算した。主桁フランジとしての鋼床版は、全巾有効として計算した。

主桁上フランジは鋼床版と同厚の 12 mm、または 14 mm とし、web に溶接により取りつけ、下フランジは山形鋼 2-L 200×200×25 (中桁) または 200×200×15 (縁桁) にカバー プレート(最大 3 枚)を用いてリベット接合により断面を構成した。現場継手箇所はリベット接合であるが、中主桁腹板継手の上 2 列と鋼床版縦リブの継手箇所のみ高張力ボルトを使用している。図-5 に正負最大曲げモーメント図と下フランジ抵抗モーメント図を示す。歩道部床版には鉄筋コンクリート床版を用いて側径間と外観が同一になるようにした。支間中央におけるたわみは 1/880、鋼重は 354 kg/m² である。

図-5 下突縁抵抗モーメント図



3. 鋼桁製作

製作は中央径間の鋼床版ゲルバー桁について述べる。この主桁は 2. で述べたように、上フランジが溶接、下フランジが鉚結構造であるため、製作についてはこの点を

特に留意した。

(1) 部材加工

主桁腹板と鋼床版とは収縮量に差があるので、定規製作の際に考慮する単位長あたりの収縮量を表-3のとおりとした。主桁の腹板は水平補剛材が均等巾に取りつけられている中間支承部分の部材を除き、上フランジの隅肉溶接および、水平補剛材の溶接による腹板巾方向の変形を考慮して、部材長 20 m に対して 15 mm のそりを製作そりに加えて切断した。

表-3

名 称	収 縮 量 (1m 当り)	
	長 さ 方 向	巾 方 向
主 桁 の 腹 板	0.4 mm	0.5 mm
鋼 床 版	0.6	1.2

(2) 組 立

主桁は最初に上フランジ プレートと腹板を 1 m 間隔に定盤上に設置した組立て治具により T 形に組立てて仮付けし、横リブ縦リブを取りつけたのち、本溶接を行なった。写真-2 にその状況を示す。溶接の順序は図-6 のように行なった。下フランジ アングルは上フランジの溶接終了後、ひずみ、変形、およびキャンバーを矯正して取りつけた。下フランジの穴明け作業はフランジアングルの腹板側脚のリベット孔をフル サイズ ($\phi 26.5$ mm) に明け、アングルに合わせて腹板および一方のアングルを当てもみにより、またフランジ アングルとカバー プレートの取合いリベット孔は直線部分で $\phi 26.0$ mm、曲線部分で $\phi 23.5$ mm のサブドリルとし、本締め完了後 $\phi 26.5$ mm に拡孔した。補剛材は下フランジアングルをボルトで仮締めした状態で取りつけ溶接を行ない現場リベット孔は溶接とリベット締めが完了し桁端

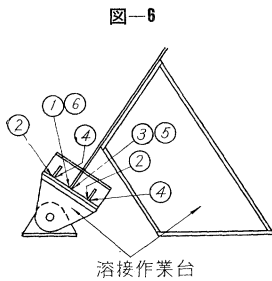
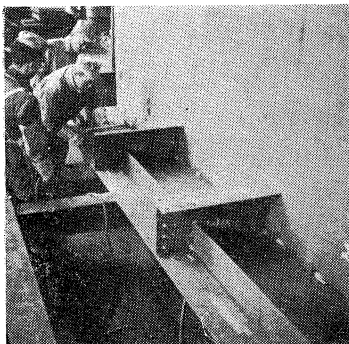


写真-2



部を削成仕上げ後、穴明けを行なった。

部を削成仕上げ後、穴明けを行なった。

鋼床版はデッキ プレート上に横リブ縦リブを仮付け溶接したのち 35° および 25° の傾斜作業台に乗せて下向溶接により本溶接を行なった（写真-3, 4）。縦リブ溶接は鋼床版を長手、巾方向とも 3 等分し各区分ごとに溶接工を配置し溶接熱を部材全体に分布せしめる方法を取っている。すべての溶接終了後、鋼床版四周の波形変形を矯正し、図面寸法に切断して現場リベット孔をフルサイズに穴明けした。主桁上フランジのリベット孔は仮組立時に鋼床版より当てもみとした。溶接は突合わせ継手すべてと、横リブ下フランジの隅肉を自動溶接で行ない、そのほかは手溶接で行なっている。

4. 載荷実験

中央径間鋼床版ゲルバー桁の応力性状の把握と、応力解析の妥当性を検討する目的で載荷実験を行なった。主桁の載荷実験に先立って実際に使用する鋼床版を利用して鋼床版の局部応力を調査するために鋼床版のみの載荷実験もあわせて実施した。

(1) 鋼床版の載荷実験

a) 実験概要 実験に使用した鋼床版は図-7に示すように板厚 12 mm の部分で、応力の測定は 1 輪荷重に対するもののみとした。荷重載荷方法は輪荷重が鋼床版上の舗装 (厚 7 cm) により 45° 分布するものと考え、

図-7

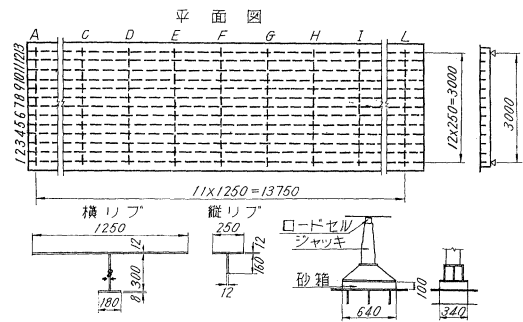


写真-4

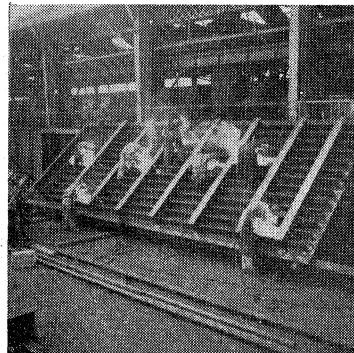
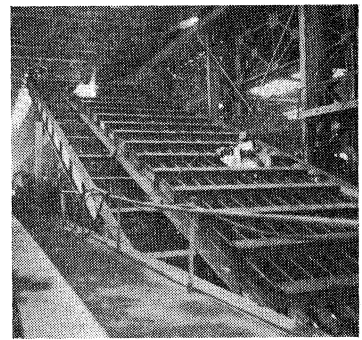


写真-3



輪荷重分布面（後輪）と同一の 34 cm×64 cm の鋼製の箱わくを作製し、わく内に乾燥した砂を填充してその上からリブつき鋼板を置きジャッキにより設計荷重の11 t まで載荷した（図-7 参照）。実験の種別は板、縦リブ、横リブの3種にわけ、それぞれ荷重の位置を変えて応力とたわみを測定した。

b) 測定結果と考察 図-8 に $P=11\text{ t}$ のときのデッキプレートの局部応力を示す。橋軸直角方向の実測値は縦リブ上で計算値の60~70%、縦リブ間で90~100%となり、縦リブ上では縦リブ間よりも余裕があることを示している。橋軸方向応力の実測値は計算値の97~110% であって計算値に良く合っている。図-9 は荷重を横リブ F,G 間縦リブ⑦上に載荷したときの縦リブ⑦の応力を示す。応力は横リブ間および横リブ上とも実測値が計算値よりもやや大きい。ここで前記の砂箱による荷重載荷方法について考えてみると、荷重は乾燥した粘着力のない砂を伸介として荷重を等分布せしめようとしたのであって、このような砂の表面に荷重を加えた場合に、その接地圧は荷重中央で最大で両端で0になるような荷重分布状態を示すから、完全な等分布をしているとは考えられない。したがって荷重が図-10 のように斜線を施した部分のみに分布したものと考えて計算した応力を図-9 に鎖線で示したが、実測値とはほぼ一致した値となった。図-11 は横リブ F 上に載荷したときの横リブ F の下突縁応力で実測値は計算値の95% である。以上の実験結果から設計荷重範囲内では Fischer の解法

は妥当な計算法といえるが、輪荷重の分布については舗装の性質を十分考慮する必要があるだろう。

(2) 主桁の載荷実験

図-12

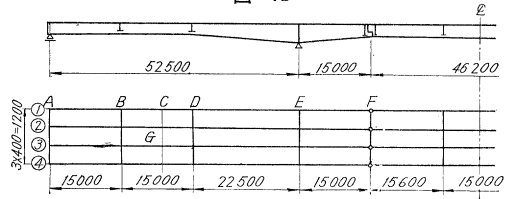


表-4

実験 No.	荷重および位置	応力測定箇所	たわみ測定箇所	実験 No.	荷重および位置	応力測定箇所	たわみ測定箇所
1	60 t	1B~4B, 2C, 3C, 1D~4D, 1D G, 横桁 B&D	1A~4A, 1B~4B, 1D~4D, 1E~4E	7	60 t 1F	1E~4E, 横桁 FF', 1D~4D, 横桁 D	1A~4A, 1D~4D, 1E~4E, 1F~4F
2	" 2D	"	"	8	" 2F	"	"
3	" 3D	"	"	9	" 3F	"	"
4	" 4D	"	"	10	" 4F	"	"
5	30 t 2D 3D	"	"	11	30 t 2F 3F	"	"
6	11 t G 30 t 2D 3D	"	"				

写真-5

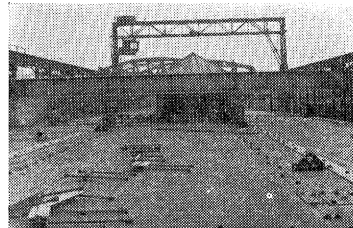


図-8 デッキプレートの応力

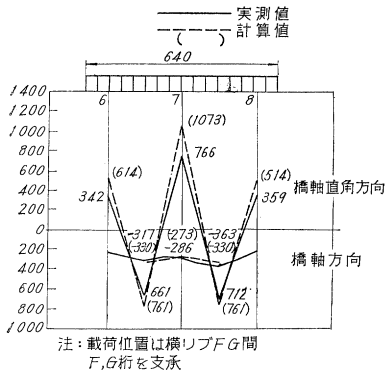


図-10

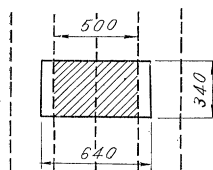


図-9 縦リブ 7 の応力

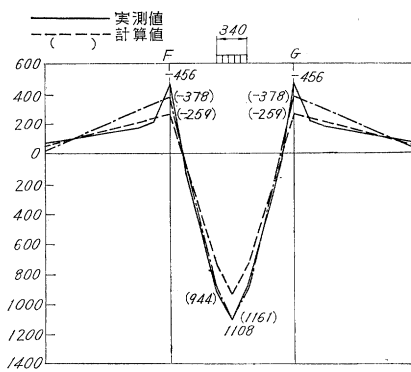
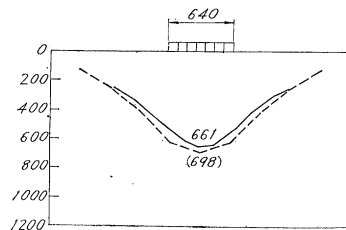


図-11 横リブ F の応力



a) 実験概要

実験は主桁の仮組立検査後工場で行なった。桁組の記号および実験の種別を図-12, 表-4 に示す。載荷点付近の横桁の取り付けボルトは高張力ボルトを使用し、ほかは仮締めボルトのままとした。載荷方法は 300 t 油圧ジャッキを用い、ジャッキ受けとして反力桁を設計して載荷位置の横桁 F および D の2カ所に設置した（写真-5）。応力測定に使用したストレインゲージは実験 No. 1~6 で 125 点, 実験 No. 7~11 で 121 点である。たわみは各実験ともダイヤルゲージにより 16 カ所について測定した。荷重は載荷荷重 60 t の場合に

20 t, 30 t の場合に 10 t として 3 段階にわけ、各荷重段階で測定を行なった。実験 No. 6 は特に桁組された鋼床版の局部応力および合成応力を求める目的で行なったものである。

b) 測定結果と考察 実験 No. 1, 2, 5, 7, 8, 11 の場合の測定位置における主桁断面の実測値と計算値の縁応力比およびたわみ比の一部を表-5~8 に示す。実験 No. 3, 4, 9, 10 はそれぞれ No. 2, 1, 8, 7 と対称であって測定結果の応力状態がほぼ一致しているので省略した。図-13 は実験 No. 1, 2, 7, 8 の横桁位置におけるたわみ図である。表-5~8 より縁応力比は、上フランジと下フランジとも値がほぼ同じで、鋼床版が主桁上フランジの一部として有効に働いていることがわかる。また応力比とたわみ比の傾向はよく一致し、その形状から荷重横分布の状態が理論値よりもかなり良好であることがわかるが、これは鋼床版自体の荷重分配作用が相当大きい結果であろうと思われる。

実験 No. 6 では合成応力状態を見たのであるが、ま

表-5 応力表 I
上段 実測値, 下段 計算値 (kg/cm²)

実験 No.	荷重および載荷点	測点	1-B		2-B		3-B		4-B	
			σ	%	σ	%	σ	%	σ	%
1	60 t 1-D	U.Flg.	-114 -228	50	-80 -147	54	-37 -18	206	35 124	28
		L.Flg.	151 271	56	147 222	66	81 28	289	8 -147	
2	60 t 2-D	U.Flg.	-96 -145	66	-70 -90	78	-54 -53	102	-35 -14	250
		L.Flg.	126 172	73	107 136	79	77 80	96	47 16	294
5	30 t 2-D 3-D	U.Flg.	-65 -79	82	-63 -72	88	-63 -72	88	-66 -79	84
		L.Flg.	95 94	101	88 108	81	92 108	85	98 94	104

表-6 応力表 II
上段 実測値, 下段 計算値 (kg/cm²)

実験 No.	荷重および載荷点	測点	1-E		2-E		3-E		4-E	
			σ	%	σ	%	σ	%	σ	%
7	60 t 1-F	U.Flg.	227 335	68	126 165	76	35 10	350	-61 -124	49
		L.Flg.	-384 -416	92	-164 -209	78	-22 -12	183	40 154	26
8	60 t 2-F	U.Flg.	122 160	76	113 126	90	66 69	96	26 10	260
		L.Flg.	-189 -199	95	-151 -159	95	-94 -87	108	-48 -12	400
11	30 t 2-F 3-F	U.Flg.	74 86	86	84 100	84	87 100	87	76 86	88
		L.Flg.	-114 -106	108	-118 -126	94	-126 -126	100	-103 -106	97

ず鋼床版実験で使用した砂箱荷重 ($P=11$ t) を G 点 (横リブ間) に載荷して応力を測定し、次に 2-D および 3-D にそれぞれ 30 t (実験 No. 5 の状態) を加えて合成応力を求めた。図-14 に縦リブの合成応力状態を示す。上フランジ、縦リブ下縁およびデッキ プレートの応力は実験 No. 5 の測定値と砂箱荷重のみの測定

表-7 たわみ表 I
上段 実測値, 下段 計算値 (mm)

実験 No.	荷重および載荷点	1-B		2-B		3-B		4-B	
		δ	%	δ	%	δ	%	δ	%
1	60 t 1-D	21.3	51	14.8	70	7.6	400	-0.5	3
		41.4		21.3		1.9		-17.4	
2	60 t 2-D	14.1	65	11.6	87	6.6	78	5.3	265
		21.6		13.3		8.5		2.0	
5	30 t 2-D 3-D	10.8	92	10.6	96	10.4	95	10.2	87
		11.8		11.0		11.0		11.8	

表-8 たわみ表 II
上段 実測値, 下段 計算値 (mm)

実験 No.	荷重および載荷点	1-F		2-F		3-F		4-F	
		δ	%	δ	%	δ	%	δ	%
7	60 t 1-F	37.0	56	21.3	63	8.7	322	-1.0	4
		65.8		33.7		2.7		-26.3	
8	60 t 2-F	23.0	69	19.6	80	14.9	107	10.9	404
		33.3		24.4		13.9		2.7	
11	30 t 2-F 3-F	16.5	91	16.4	85	16.3	85	15.9	88
		18.1		19.2		19.2		18.1	

図-13

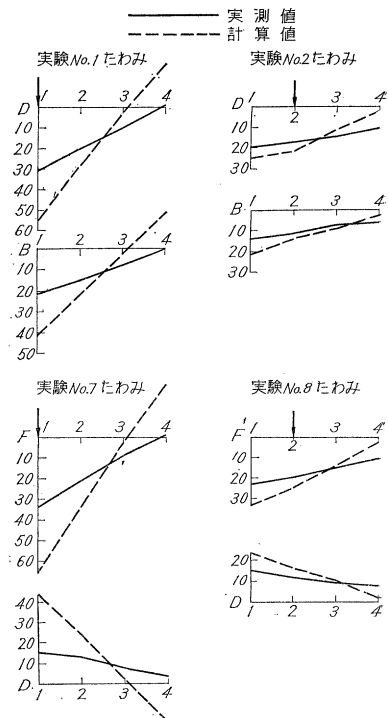
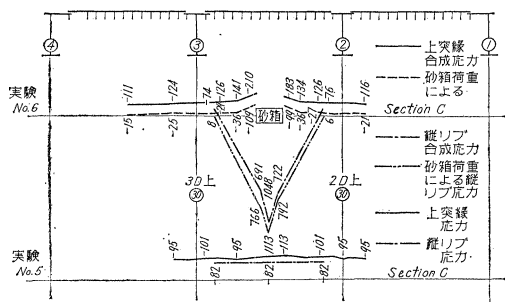


図-14 合成応力



値との加算値としてほぼ正確に現われている。

以上の実験により鋼床版を橋床構造とするゲルバー式格子桁の応力性状がある程度明らかになったが、この形式の応力解析には横桁の荷重分配以外に鋼床版の荷重分配作用をも考慮する必要があると思われる。

5. 架設

側径間の両岸より第4スパンまでは昭和33年度に、第5スパンおよび中央径間を昭和34年度に架設し床版を打設完了した。左右岸とも中央径間の定着スパン中央部付近まで高水敷であって、架設方法は中央径間吊桁を除きスティフレッグデリック（巻上能力18t、ブーム長30.5m）を使用して行なった。デリックは橋梁に平行に河川高水敷部にレールを敷設しその上を移動させることとし、桁の荷おろし、デリック移動、桁架設を順次くりかえしながら施工した。主桁1部材の最大重量は、ゲルバー桁中間支承上部材の17tである。

中央3径間鋼桁は、まず定着桁を5基の支保構上で組立てキャンバーを調整して鉸鉸を完了したのち橋面にレールを敷設し、4基の鋼製トロ上に吊桁の片側縁桁と中桁を鋼床版とともにT型に組立て、鉸鉸を完了して引出法によって架設した。吊桁（重量105t）の引き出しは桁長の約40%を突縁先端より引き出したのち、潮位を利用して船ヤグラを吊桁先端より10mの点で受け、船

図-15 中央径間架設図

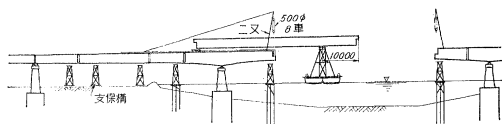


図-16 吊桁引出し工程図

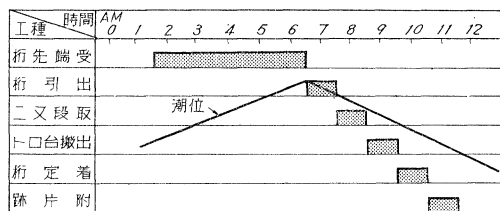
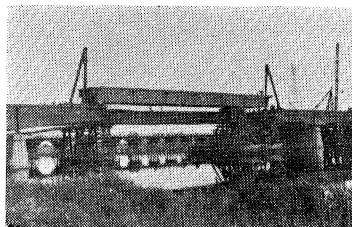


写真-6



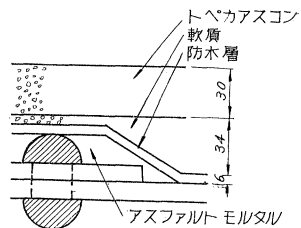
tで設計した支保構を30cm角の木材で組立てた。図-16、写真-6に吊桁引出し工程と架設状況を示す。

6. 上部仕上工

(1) 鋼床版舗装

鋼床版の舗装は東京都においてこれまで数橋施工した経験から、防水層は確実に施工することとし、また舗装は軟質アスコンとトベカアスコンの2層式とした（図-17）。また、とかく伸縮継手や地覆、雨水マスとの取付部分における防水工の施工が不十分になりやすいので、この点は十分注意した。現場継手部のリベットヘッドはやや固めのア

図-17 西荒井橋舗装断面



スファルトモルタルでカバーし、焼ゴテにて入念に整正仕上げを行なった。防水層は日漑式3層（表-9）のものである。防水層の施工で生ずる不陸は舗装仕上げの際にヘアー・クラックを発生させる原因になる。不陸を生ずる原因としては1層目の補修目ばり、2層目あるいは3層目の施工の際にブローンアスファルトが合わせ目

表-9 防水層

品名	仕様 kg/m ²	品名	仕様 kg/m ²
1 ガムファルト	1.5	5 日漑ロンタイト	
2 ブローンアスファルト	1.2	6 ブローンアスファルト	1.5
3 日漑コア・ルーフシート		7 日漑メタシート	
4 ブローンアスファルト	1.5		

表-10 軟質アスコン

品名	形質	配合比 %	品名	形質	配合比 %
アスファルト	80~100 μ	6	混合物	2380 μ ~420 μ	18
混合物	20~10mm	16	"	420 μ ~177 μ	16
	10~5"	18	"	177 μ ~74 μ	6
	5~2.5"	14	"	74 μ ~	6

表-11 トベカアスコン

品名	形質	配合比 %	品名	形質	配合比 %
アスファルト	40~60	8	混合物	420 μ ~177 μ	24
混合物	10~5mm	12	"	177 μ ~74 μ	10
"	5~2.5"	14	"	74 μ ~	8
"	2380 μ ~420 μ	24			

写真-7

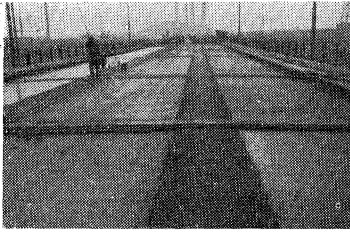
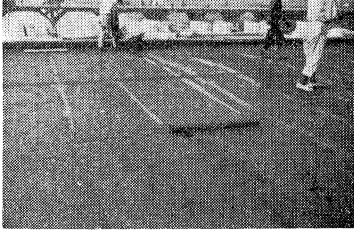


写真-8



ではみ出て固まったもの、塗布の不均等厚、空気の滞留などがある。はみ出たブローン アスファルトは金ペラではぎ取ったが、空気の滞留は舗装施工後でないとは判明せず舗装破壊の原因にもなるので、防水工の施工は特に入念に行なわなければならない。写真-7 にアスモルカバー状況を示す。写真-8 に防水層の施工状況を示す。歩車道境界の地覆は境界金物(図-18)を作製し、防水層は金物の内側に巻き込んでセメントモルタルにより填充して外観を整えた。歩道部の鉄筋コンクリート床版には日漕の2層式防水層を施工し、その上にアスファルトモルタルによる舗装を施工した。伸縮装置の概要を図-19 に示すが、その一部にごく薄い舗装部分が生ずるのでここにアスファルトブロックをガムファルトで貼布した。交通開始後現在までの経過より見て密着性は良好である。

(2) 親柱高欄

親柱および高欄を図-20 に示す。親柱は表面厚10cmのカコウ岩張りとし、カコウ岩は岡山県産万成を使用し表面は磨き仕上げとした。高欄の水平部材は12mm厚鋼板をプレス成型したものであるが、横線を強調しタイプはユニークな親柱とともに橋梁に良く調和している。

7. あとがき

お化け煙突で名高い千住火力発電所の直下に架設され

図-18 歩車道境界金物

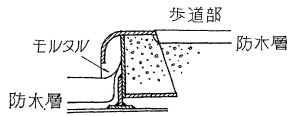


図-19 伸縮装置部

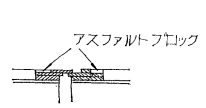
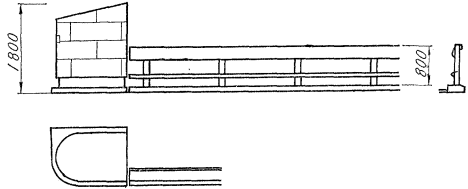


図-20 親柱高欄図



た本橋の完成により東京都城北方面の交通はいちじるしく緩和された。本橋は建設省を始め各関係者の御援助と御協力を得て完成されたもので、ここに深く感謝の意を表するものである。なお本橋の施工に使用した主要資材と工費は次のとおりである。

資材:	鋼材	1 685 t
	鉄筋	632 t
	コンクリート	12 900 m ³
事業費:		748 000 000 円
	上下部橋体、取付道路工	
	KK大林組	459 000 000 円
	中央径間鋼桁製作工	
	KK横河橋梁製作所	139 000 000 円
	側径間鋼桁製作工	
	KK宮地鉄工所	84 000 000 円
	用地買収その他	
	東京都	66 000 000 円

参考文献

- 1) F. Leonhardt: Die vereinfachte Trägerrostberechnung
- 2) G. Fischer: Die Berechnung der Stahltragwerke der Bürgermeister Snidt-Brücke in Bremen, Stahlbau 1952-11
- 3) H. Homberg: Kreuzwerke
一部発表済み
- 1) 第5回日本道路会議
- 2) 第6回日本道路会議
- 3) 道路 1962.2

(原稿受付: 1962.7.14)

●11号予告● 若戸橋の上部工工事報告/川崎偉志夫/都市交通から見た都市の再開発/米谷・吉川/天竜川の洪水予測/西畑勇夫/伊那谷の崩壊/長尾 精/梓川の発電計画/水越達雄/時の流れ 50年/米元晋一/地下鉄工事に用いたアンダーピニング/近藤・加納/アーチダムの岩盤処理/駒井・柴田/横浜市のステップエアレーションタンク的设计/佐藤昌之/砂利道の防じん処理/梅田卓郎/連続桁橋の脚柱/成瀬輝男/思いつくままに/原口忠次郎/土地造成講座I—臨海工業地帯造成/竹内良一 <10月末日発行予定>